

## 男女サッカー選手の等速性筋力に関する基礎的研究

清田 寛\*・松田竜太郎\*・浜野 学\*・大橋信行\*・大和 眞\*  
細谷治朗\*\*・関口 脩\*\*・岸田謙二\*\*\*  
斉藤照夫\*\*\*\*・芦原正紀\*\*\*\*\*

(平成9年10月13日受付, 平成9年1月21日受理)

## The Fundamental Study of Isokinetic Muscular Strength in Male and Female Soccer Players

Hiroshi KIYOTA, Ryutaro MATSUDA, Manabu HAMANO, Nobuyuki OHASHI,  
Makoto YAMATO, Jirou HOSOTANI, Osamu SEKIGUCHI, Kenji KISHIDA,  
Nobuo SAITO and Masanori ASHIHARA

The purpose of this study is to determine the relationship between peak torque of the knee extension and flexion and various angular velocity (0, 60, 180, 300, 400, 500 deg/sec or 0, 1.05, 3.14, 5.24, 6.99, 8.73 rad/sec) in 10 male (19 to 27 years of age) and 10 female (20 to 21 years of age) soccer players. All subjects had a negative history of significant injury to the knee, defined as an injury requiring medical attention

Subjects were measured by using a Cybex 6000 isokinetic dynamometer (Cybex Division of Lumex, Inc, Ronkonkoma, New York), and the range of motion of knee extension to flexion was 90 degrees to 180 degrees.

The results can be summarized as follows:

1. In the case of the peak torque in various angular velocity in the right and left knee extension, male soccer players showed a higher mean value of peak torque than female soccer players.
2. In the case of the peak torque in various angular velocity in the right and left knee flexion, male soccer players showed a higher mean value of peak torque than female soccer players.
3. In the case of the peak torque in various angular velocity in knee extension/body weight, male soccer players showed a higher mean value of knee extension/body weight than female soccer players.
4. In the case of the peak torque in various angular velocity in knee flexion/body weight, male soccer players showed a higher mean value of knee flexion/body weight than female soccer players.
5. At isokinetic contraction in various angular velocity at knee flexion/extension, the difference of male and female soccer players was not a factor.

**key words:** Male and female soccer players, Isokinetic muscular strength, Relationship between peak torque and angular velocity

**キーワード:** 男女サッカー選手, 等速性筋力, ピークトルク-角速度関係

### I. 緒 言

筋はトレーニングにより肥大することは、よく知られ

ている<sup>1,3,4,13)</sup>が、肥大のメカニズムについては、現在に  
おいても明らかにされていない。しかし、筋の肥大に伴

\* 発育発達研究室, \*\* トレーニング方法研究室, \*\*\* スポーツトレーニングセンター, \*\*\*\* 運動方法サッカー研究室, \*\*\*\*\* 湘南工科大学

代謝系<sup>11,13,15)</sup>も賦活し、筋力も増大することは明白である。筋の形態は、古くより超音波法<sup>10)</sup>により観察されていたが、近年になってMRIにより筋の横断面が明瞭に観察できるようになり、スポーツ種目別による報告もなされている<sup>9)</sup>。また、筋の収縮特性を知るために、Cybexなどの機器を用いて最大随意収縮時におけるピークトルク値(力)-角速度(速度)関係を求めて検討されている<sup>2,18~20)</sup>。Thorstensson<sup>18)</sup>は、ピークトルク値-角速度関係より得られた結果と筋線維タイプ(速筋と遅筋の占める割合)との間には、密接な関係があると報告しており、両者の関係からスポーツ種目別による筋力特性についての検討もなされている<sup>6,12)</sup>。しかし、最近になって等速性収縮時におけるピークトルク値は、機種の違いにより異なる結果が得られたとの報告<sup>5)</sup>もなされているので、従来からの報告をそのまま用いて比較することについては多くの危険性を含んでいるように思われる。したがって、我々は新たな指標づくりの一環として、新機種であるCybex 6000を用いて、スポーツ選手を対象とした等速性収縮時におけるピークトルク値-角速度関係を求め、それぞれのスポーツ種目別特性をみだすことを目的として研究を進めている。そこで、今回の研究は、下肢の運動を中心とした男女サッカー選手を対象として、膝関節の屈曲・伸展時における等速性筋力を測定し、ピークトルク値-角速度関係から、男女サッカー選手の筋力特性について比較・検討した。

## II. 方 法

### A. 対象

神奈川県リーグに所属する男子サッカーチームのレギュラー選手10名(身長:170.0~183.0 cm, 体重:59.0~75.0 kg, 年齢:19~27歳, 経験年数:9~17年), 大学的女子サッカーチームのレギュラー選手10名(身長:152.6~169.0 cm, 体重:48.5~67.8 kg, 年齢:20~21歳, 経験年数:3~13年)の計20名であった。形態と機能および膝関節の等速性筋力の測定期間は、男子サッカー選手の場合、それぞれの測定は1997年9月16日, 女子サッカー選手の場合、形態と機能測定が1997年8月18, 19日, 等速性筋力の測定が1997年9月9, 10日であった。

### B. 形態と機能測定

形態は身長, 体重, 皮下脂肪厚(右上腕部の後面, 右肩甲骨の下角)であった。なお, 皮下脂肪厚は, 栄研式皮下脂肪計を用いて測定した。機能は, 握力(左右), 背筋力, 立位体前屈, 反復横跳び, 垂直跳び, 12分走であった。形態と機能の測定は, 日本人の体力標準値<sup>12)</sup>に

記載されている条件と同様に行った。

### C. 膝関節の等速性収縮時におけるピークトルク値の測定

等速性収縮時におけるピークトルク値の測定は, Cybex 6000を用いて, 左右の膝関節の伸展および屈曲で行った。測定条件は, 椅座位で股関節90度屈曲位, 膝関節90度屈曲位の状態で, 体幹, 腰部, 大腿部にはそれぞれベルトを装着し固定した。特に測定時には, 被検者の膝関節の回転軸とダイナモメータの回転軸が一致するように注意した。測定時には, 膝関節伸展位を0度とし, 膝関節90度から伸展および屈曲を最大努力でそれぞれ連続3回行わせ, 最大値をもってピークトルク値とした。角速度は男女ともに, 0(等尺性筋力), 60, 180, 300, 400, 500 deg/secとし, それぞれの測定間の休息は30秒とした。また, 等尺性筋力は, 伸展時で膝関節角度を70度, 屈曲時で30度とし, それぞれを3秒間測定した。個人ごとの測定結果は, Cybex 6000に組み込まれた, コンピュータに取り込まれ, 専用のプログラムでピークトルク値を算出した。また, 個人ごとに処理された結果は, プリンターで出力した。

### D. 統計的手法

Power Mac 6100を用いて, Microsoft Excel Ver. 5で平均値, 標準偏差を求めた。

## III. 結 果

### 1. 男女サッカー選手の形態と機能の比較

男女サッカー選手の形態と機能の測定結果は, Table 1に示すとおりである。

形態の中の身長, 体重においては, 男子サッカー選手の方が女子サッカー選手よりも高値を示していたが, 皮下脂肪厚については, 上腕部の後面および肩甲骨の下角ともに女子サッカー選手の方が高値を示した。

機能の中の立位体前屈を除く握力(左右), 背筋力, 反復横跳び, 垂直跳び, 12分走においては, 男子サッカー選手の方が女子サッカー選手よりも高値を示していた。

### 2. 男女サッカー選手のCybex 6000を用いたときの膝関節伸展時のピークトルク値の比較

男女サッカー選手のそれぞれの角速度(0, 60, 180, 300, 400, 500 deg/sec)の膝関節伸展時における左右のピークトルク値, 体重当たりのピークトルク値の平均値と標準偏差を示したのが, Table 2である。

① 男女サッカー選手のそれぞれの角速度(0, 160, 180, 300, 400, 500 deg/sec)の伸展時における左右のピークトルク値-角速度関係を示したのが, Fig. 1である。膝関節伸展時のピークトルク値は, 左右ともに男子

Table 1. Physique and physical fitness of male and female soccer players

	Age (years)	Height (cm)	Body weight (kg)	Skin fold		Grip strength		Back strength (kg)	Standing trunk flexion (cm)	Side step (fr/20 sec)	Vertical jump (cm)	12 minute run (m)
				Upper arm (mm)	Scapula (mm)	Right (kg)	Left (kg)					
Male	Mean	21.4	174.9	67.8	5.5	7.9	47.1	45.8	152.9	11.8	47.8	3,240.4
	SD	2.5	4.4	5.4	1.2	1.5	7.0	4.5	23.1	5.7	2.8	195.2
	Max	27	183	75	8	11.5	55	53	190	17.5	53	3,624
	Min	19	170	59	4	6	36	37	125	-1	43	2,984
	N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Female	Mean	20.7	163.6	55.9	14.7	10.0	31.9	29.5	116.5	16.6	41.5	2,748.5
	SD	0.7	5.6	5.6	5.9	2.1	5.2	5.4	25.3	6.9	3.1	117.8
	Max	22	170.9	67.8	27.5	12.5	39	37	162	23	46	2,860
	Min	20	152.6	48.5	9.5	5.5	24.5	22	89	2.7	36	2,484
	N	10	10	10	10	10	9	9	10	10	10	10



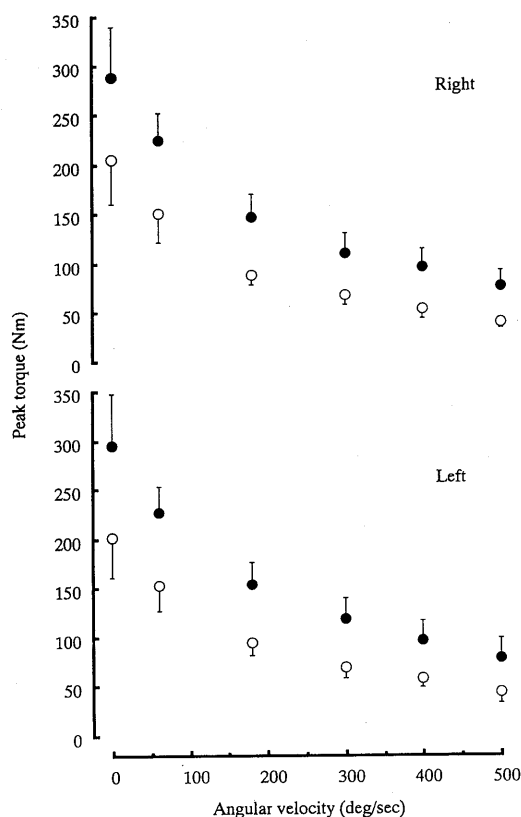


Fig. 1. Relationship between peak torque and angular velocity for knee extension by using Cybex 6000 in male (●) and female (○) soccer players. Upper trace is right knee. Lower trace is left knee. Each symbol is mean value and standard deviation.

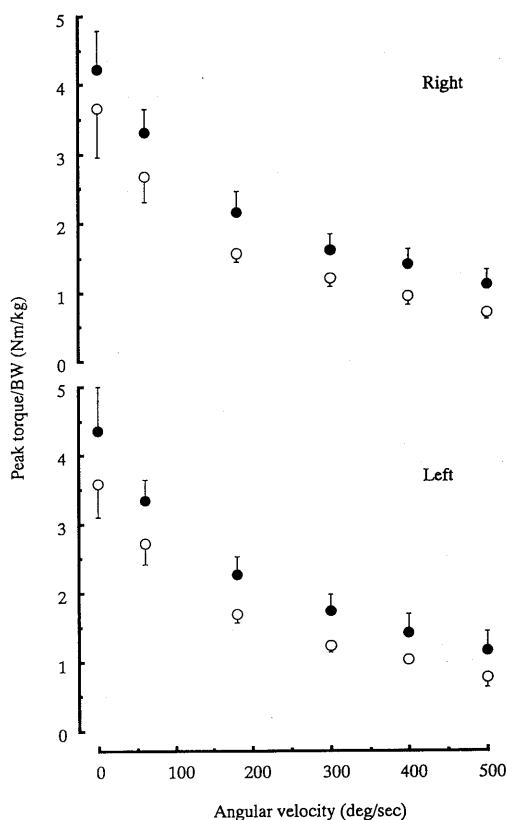


Fig. 2. Relationship between peak torque to body weight (BW) and angular velocity for knee extension by using a Cybex 6000 in male (●) and female (○) soccer players. Upper trace is right knee. Lower trace is left knee. Each symbol is mean value and standard deviation.

サッカー選手の方が女子サッカー選手を上回っていた。また、膝関節伸展時における左右のピークトルク値は、それぞれの角速度が遅くなるに従い、男女間の差は顕著となる傾向を示していた。特に、等尺性収縮における膝関節伸展時のピークトルク値は、男女間で顕著な相違を示した。また、男女サッカー選手の膝関節伸展時のピークトルク値は、左の方が右よりもやや高値を示す傾向にあった。

② 男女サッカー選手のそれぞれの角速度 (0, 60, 180, 300, 400, 500 deg/sec) の膝関節伸展時における左右の体重当たりのピークトルク値-角速度関係を示したのが、Fig. 2 である。膝関節伸展時における体重当たりのピークトルク値は、左右ともに男子サッカー選手の方が女子サッカー選手を上回っていた。また、膝関節伸展時における左右のピークトルク値は、それぞれの角速度

が遅くなるに従い、男女間の相違は顕著となった。特に、等尺性収縮による膝関節伸展時の体重当たりのピークトルク値は、男女間で顕著な相違を示した。また、男女サッカー選手の膝関節伸展時における体重当たりのピークトルク値は、左の方が右よりもやや高値を示す傾向にあった。

### 3. 男女サッカー選手の Cybex 6000 を用いたときの膝関節屈曲時のピークトルク値の比較

男女サッカー選手のそれぞれの角速度 (0, 60, 180, 300, 400, 500 deg/sec) の膝関節屈曲時における左右のピークトルク値、体重当たりのピークトルク値の平均値と標準偏差を示したのが、Table 3 である。

① 男女サッカー選手のそれぞれの角速度 (0, 60, 180, 300, 400, 500 deg/sec) の膝関節屈曲時における左右のピークトルク値の角速度-ピークトルク値関係を示



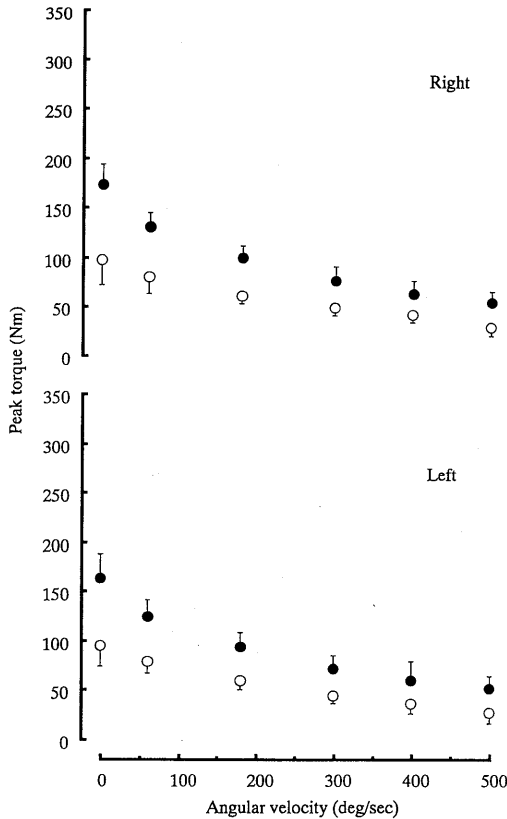


Fig. 3. Relationship between peak torque and angular velocity for knee flexion by using a Cybex 6000 in male (●) and female (○) soccer players. Upper trace is right knee. Lower trace is left knee. Each symbol is mean value and standard deviation.

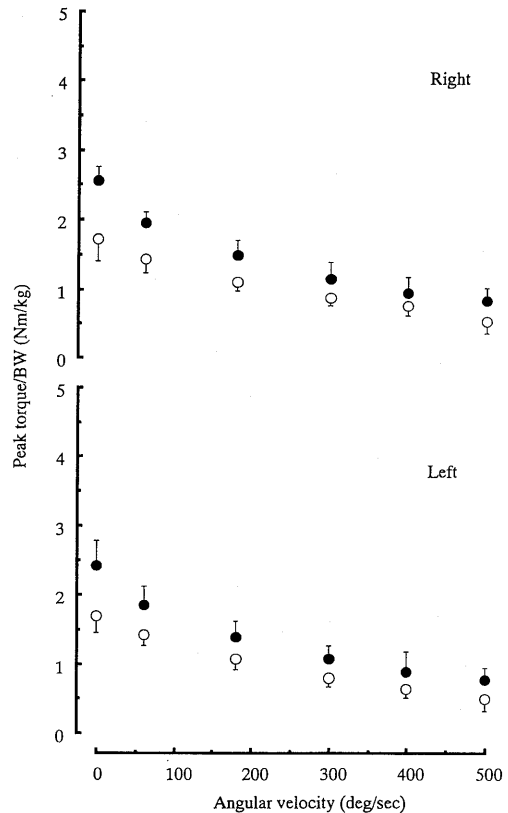


Fig. 4. Relationship between peak torque to body weight (BW) and angular velocity for knee flexion by using a Cybex 6000 in male (●) and female (○) soccer players. Upper trace is right knee. Lower trace is left knee. Each symbol is mean value and standard deviation.

したのが、Fig. 3 である。膝関節屈曲時のピークトルク値は、左右ともに男子サッカー選手の方が女子サッカー選手を上回っていた。また、膝関節屈曲時における左右のピークトルク値は、それぞれの角速度が遅くなるに従い、男女間で顕著な相違を示した。特に、等尺性収縮における膝関節屈曲時のピークトルク値は、男女間で顕著な相違を示した。また、男女サッカー選手の膝関節屈曲時におけるピークトルク値は、右の方が左よりも高値を示す傾向にあった。

② 男女サッカー選手のそれぞれの角速度 (0, 60, 180, 300, 400, 500 deg/sec) の膝関節屈曲時における左右の体重当たりのピークトルク値の角速度-ピークトルク値関係を示したのが、Fig. 4 である。膝関節屈曲時における体重当たりのピークトルク値は、左右ともに男子サッカー選手の方が女子サッカー選手を上回っていた。

また、膝関節屈曲時における左右のピークトルク値は、それぞれの角速度が遅くなるに従い、男女間で顕著な相違を示した。特に、等尺性収縮における膝関節屈曲時の体重当たりのピークトルク値は、男女間で顕著な相違を示した。また、男女サッカー選手の膝関節屈曲時における体重当たりのピークトルク値は、右の方が左よりも高値を示す傾向にあった。

#### 4. 男女サッカー選手の Cybex 6000 を用いたときの膝関節屈曲・伸展比の比較

男女サッカー選手のそれぞれの角速度 (0, 60, 180, 300, 400, 500 deg/sec) の左右の膝関節屈曲・伸展比の平均値と標準偏差を示しのが Table 4 である。左右の屈曲・伸展比の角速度-ピークトルク値関係を示したのが、Fig. 5 である。男女サッカー選手の左右の屈曲・伸展比の比較では、男女間で顕著な相違としては認められな

Table 4. Mean value and standard deviation (SD), maximal value, minimal value of peak torque of knee flexion/extension by using a Cybex 6000 in male and female soccer players

		Flexion/Extension					
		0 deg/sec	60 deg/sec	180 deg/sec	300 deg/sec	400 deg/sec	500 deg/sec
Male	Right	Mean	0.61	0.59	0.69	0.71	0.68
		SD	0.08	0.05	0.08	0.14	0.17
		Max	0.73	0.66	0.81	0.91	0.85
		Min	0.49	0.52	0.57	0.45	0.36
		N	10	10	10	10	10
	Left	Mean	0.56	0.55	0.62	0.62	0.63
		SD	0.10	0.08	0.10	0.10	0.23
		Max	0.79	0.68	0.80	0.79	1.04
		Min	0.47	0.45	0.51	0.50	0.18
		N	10	10	10	10	10
Female	Right	Mean	0.48	0.54	0.70	0.72	0.79
		SD	0.09	0.07	0.08	0.10	0.16
		Max	0.65	0.66	0.79	0.88	1.09
		Min	0.34	0.41	0.53	0.56	0.26
		N	10	10	10	10	10
	Left	Mean	0.47	0.52	0.63	0.64	0.62
		SD	0.05	0.06	0.08	0.11	0.14
		Max	0.55	0.63	0.75	0.86	0.89
		Min	0.39	0.43	0.52	0.51	0.39
		N	10	10	10	10	10



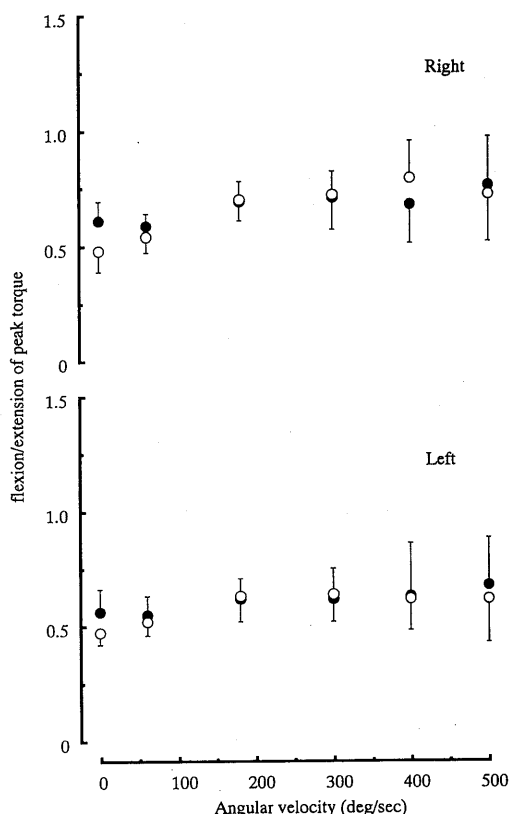


Fig. 5. Relationship between flexion/extension of peak torque and angular velocity for knee extension by using a Cybex 6000 in male (●) and female (○) soccer players. Upper trace is right knee. Lower trace is left knee. Each symbol is mean value and standard deviation.

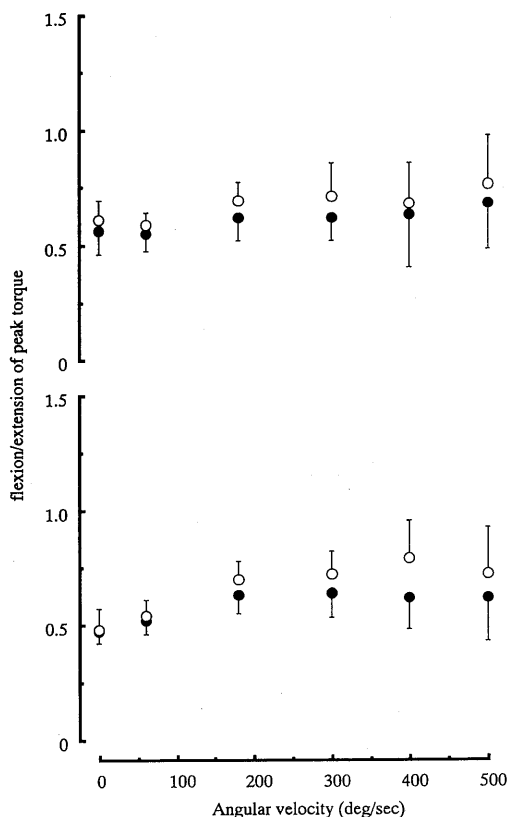


Fig. 6. Relationship between flexion/extension of peak torque and angular velocity for knee extension by using a Cybex 6000 in male (upper trace) and female (lower trace) soccer players. Open symbol is right. Closed symbol is left. Each symbol is mean value and standard deviation.

かった。しかし、屈曲・伸展比では、男子の右が  $0.61 \sim 0.76$  ( $0.67 \pm 0.06$ ), 左が  $0.56 \sim 0.68$  ( $0.61 \pm 0.05$ ) であり、女子の右が  $0.52 \sim 0.80$  ( $0.67 \pm 0.11$ ), 左が  $0.49 \sim 0.62$  ( $0.60 \pm 0.07$ ) であった。したがって、それぞれの角速度における屈曲・伸展比は、男女ともに右の方が左よりも高値を示す傾向にあった。さらに、男女ともに角速度が速くなりにつれて、右では高値を示す傾向にあったが、左についてはその傾向はそれほど観察されなかった (Fig. 6)。

#### IV. 考 察

##### 1. 男女サッカー選手の形態と機能の比較

スポーツ選手の形態と機能は、スポーツ種目 (運動の種類) や運動条件の相違によりに変化することはいうま

でもないことである。男女サッカー選手の場合、形態と機能は、皮下脂肪厚と柔軟性を除く、他の項目において男子サッカー選手の方が女子サッカー選手よりも高値を示したことは当然の結果として考えられる。さらに、男女サッカー選手と一般成人<sup>17)</sup>との形態についての比較では、男子の場合、身長と体重ともに男子サッカー選手の方が男子の一般成人よりも高値を示していたが、皮下脂肪厚については男子サッカー選手の方が低値を示しており、女子の場合も男子と同様な傾向を示していた。

機能については、背筋力、12分走において男子サッカー選手の方が男子の一般成人よりも高値を示していたが、握力、立位体前屈、反復横跳び、垂直跳びは、両者ともほぼ類似な傾向を示しており、女子の場合も男子とほぼ同様な傾向を示していた。したがって、男女サッ

カー選手は、サッカーやそれに関連するトレーニングなどにより体幹の筋群が発達し、これらの運動に伴って体幹の皮下脂肪厚が減少したものと推察される。しかし、敏捷性や瞬発力、柔軟性については、男女サッカー選手とも男女の一般成人と同様な傾向を示しており、サッカーの運動様式の複雑さが推察される。

## 2. 男女サッカー選手の膝関節屈曲・伸展時におけるピークトルク値-角速度 (60, 180, 300, 400, 500 deg/sec) 関係に与える影響

サッカーは下肢を中心とした複雑な運動様式をもっているため、下肢を中心とした筋力の優れていることと、呼吸循環系の機能も高いことが、この種目の特徴として考えられる。久野ら<sup>9)</sup>はMRIを用いた大腿部の筋の横断面による観察では、サッカー選手の大腿部の上部は、陸上選手の形態と類似していたが、下部についてはサッカー選手の方が太かったと報告していた。そこで、筋力トレーニングの最高水準にあると思われる男女重量挙げ選手<sup>6)</sup>と今回測定した男女サッカー選手の膝関節屈曲・伸展時におけるピークトルク値-角速度関係および膝関節屈曲・伸展時における体重当たりのピークトルク値-角速度関係について比較してみることにした。重量挙げ選手の場合、膝関節屈曲・伸展時におけるピークトルク値、体重当たりのピークトルク値は男子重量挙げ選手の方が女子重量挙げ選手よりも両者ともに高値を示していた。その結果、男女間における膝関節屈曲・伸展時のピークトルク値の差については、トレーニング方法もそれほど変わらないことから、性ホルモン、神経系などの影響もかなり関与しているものと推察していたが、詳細については不明のままであった。そこで、細谷ら<sup>6)</sup>のCybex II+を用いた男女重量挙げ選手とCybex 6000を用いた今回の男女サッカー選手の膝関節屈曲・伸展時におけるピークトルク値-角速度関係との比較では、男子選手の場合、男子重量挙げ選手の方が男子サッカー選手よりも左右ともに高値を示していたが、女子選手の場合、女子サッカー選手の方が女子重量挙げ選手よりもわずかに高値を示していた。しかし、膝関節屈曲・伸展時におけるいずれの角速度においてもピークトルク値は、Cybex II+で得られた測定値よりもCybex 6000で得られた測定値の方が高値を示す<sup>5)</sup>との報告もあるので、今回のように両機種により得られた測定値をそのまま比較することについては危険性を含んでいるようにも考えられる。また、膝関節屈曲・伸展時におけるピークトルク値、体重当たりのピークトルク値は、男子サッカー選手の方が女子サッカー選手よりも高値を示したのは、従来からの性差に関する報告<sup>19)</sup>と一致していた。サッカー選

手の場合、膝関節屈曲・伸展時におけるピークトルク値は、ポジション別により異なるとの報告もなされている<sup>16)</sup>ので、このこともサッカーの筋力特性を考える上で無視することができない。したがって、男女サッカー選手の膝関節屈曲・伸展時におけるピークトルク値と体重当たりのピークトルク値の相違についての詳細は不明であり、今後は他のパラメータを含めながら検討していきたい。

## 3. 男女サッカー選手の膝関節屈曲・伸展比-角速度 (60, 180, 300, 400, 500 deg/sec) 関係に与える影響

膝関節屈曲・伸展比-角速度関係は、男女サッカー選手の場合、それぞれの角速度において、男子サッカー選手の右が0.59~0.76、左が0.55~0.68であり、右脚の方が高値を示す傾向にあった。さらに、右脚の膝関節屈曲・伸展比は、日本代表サッカー選手<sup>8)</sup>の方が男子サッカー選手よりも高値を示す傾向にあったことは、興味あることであり、今後検討していきたい。また、女子のサッカー選手の膝関節屈曲・伸展比は、右が0.52~0.80、左が0.49~0.66であり、日本代表女子サッカー選手<sup>7)</sup>と類似した傾向を示していた。今回の測定にあたっては、左右の膝関節屈曲・伸展時におけるピークトルク値により検討した結果、男女ともに右脚が蹴り脚、左脚が立ち脚となっていたので、膝関節屈曲・伸展比-角速度関係より、男女サッカー選手の筋力特性を観察することができた。また、男女サッカー選手の左右の膝関節屈曲・伸展比-角速度関係においては、男女とも右の膝関節屈曲・伸展比は角速度が速くなるに従い高値を示し、河野、<sup>7)</sup>久野ら<sup>8)</sup>の傾向と類似していた。しかし、一般人<sup>14,19)</sup>の場合、両者の関係には規則性が観察されなかったこととあわせて考えてみると、蹴り脚である右脚に対するサッカーによる運動の効果が生じたものと推察された。しかし、左の膝関節屈曲・伸展比については角速度が速くなっても、ほぼ同一水準にあり、右脚とは異なる筋力特性が生じたことについては興味あることであり、今後検討していきたい。

したがって、今回の結果より男女サッカー選手は、複雑な運動様式やサッカーのボールを操作することなどにより、左右の膝関節の屈曲・伸展時の筋力特性に相違が生じたものと推察されたが、今後さらに詳細な検討を加えていきたい。

## IV. 要 約

男女サッカー選手(男子10名、女子10名)を対象として、Cybex 6000を用いた等速性収縮時における膝関

節の伸展および屈曲時におけるそれぞれの角速度とピークトルク値の関係について検討した。その結果、以下のごとくまとめることができた。

1. 等速性収縮時における膝関節の伸展および屈曲時におけるそれぞれの角速度のピークトルク値の平均値は、左右とも男子の方が女子よりも高値(女子/男子: 右の伸展が約 62%, 左の伸展が約 63%, 右の屈曲が約 59%, 左の屈曲が約 62%)を示したが、角速度が遅くなるに従い、男女間で顕著な相違を示した。

2. 等速性収縮時における膝関節の伸展および屈曲時におけるそれぞれの角速度の体重当たりのピークトルク値の平均値は、左右とも男子の方が女子よりも高値(女子/男子: 右の伸展が約 70%, 左の伸展が約 72%, 右の屈曲が約 68%, 左の屈曲が約 70%)を示した。

3. 等速性収縮時における膝関節の屈曲・伸展比とそれぞれの角速度の関係は、左右ともに男女の相違はそれほど認められなかった。また、それぞれの角速度における屈曲・伸展比の平均値では、男子の左が 0.61, 女子の左が 0.60 であったが、右では、男子が 0.67, 女子が 0.67 であり、男女とも右の方が左よりも高値(女子/男子: 右の屈曲/伸展が約 97%, 左の屈曲/伸展が約 96%)を示した。さらに、膝関節の屈曲・伸展比は、右の場合、角速度が遅くなるに従い、高値となる傾向を示していたが、左についてはその傾向は観察されなかった。

4. 以上の結果により、男女サッカー選手の等速性収縮時における膝関節伸展および屈曲時のピークトルク値・角速度関係から性差による筋力特性が観察され、屈曲・伸展比・角速度関係より、男女サッカー選手の筋力特性が観察された。

## V. 謝 辞

今回の測定は、神奈川サッカーリーグに所属する男子サッカー選手と大学的女子サッカー選手の御協力を頂いた。測定にあたっては本学の学生である、宮館美能留君、登坂一晴君、竹市義文君、藤田統一君の協力を頂いた。心より感謝の意を表する次第である。

また、今回の等速性収縮時におけるピークトルク値の測定に用いた機器は、平成 9 年度「私学振興財団の特色ある研究」の 1,195 万円(本学で 500 万円の負担による)の補助によるものである。関係各位の方々に心より感謝の意を表する。

## 参 考 文 献

- 1) Brown, C.H. and J.H. Wilmore (1974): The effects of maximal resistance training on the strength and body composition of women athletes, *Medicine and Science in Sports*, **6**(3), 174-177.
- 2) Costill, D.L. and P. Duncan (1986): Strength relationship of the knee flexion and extension: effects of gravity and sports, *J. Orthop Sports Phys. Ther.*, **7**, 232-235.
- 3) Cureton, K. J., M. A. Collins, D. W. Hill and F. M. McElhannon, Jr. (1988): Muscle hypertrophy in men and women, *Med. Sci. Exert.*, **20**(4), 338-344.
- 4) Douglas, G. B. and I. Jacobs (1991): Muscle fibre area, fibre type & capillarization in male and female body builders, *Can. J. Spt. Sci.*, **15**(2), 115-119.
- 5) 浜野 学, 津山 薫, 清田 寛, 大橋信行, 細谷治朗, 岸田謙二 (1996): Cybex 6000 と Cybex II+を用いた伸展および屈曲時におけるピークトルク値とその時の膝関節角度の比較, *日本体育大学紀要*, **25**(2), 137-141.
- 6) 細谷治朗, 関口 脩, 岸田謙二, 大橋令子, 荒尾章三, 松田竜太郎, 清田 寛 (1996): 男女重量挙げ選手の筋力特性に関する研究—CybexII+を用いた膝関節の伸展および屈曲時のピークトルクの比較—, *日本体育大学紀要*, **26**(1), 59-65.
- 7) 河野照茂, 大畠 襄, 高木俊男, 鍋島和夫, 池田舜一, 若山待久, 青木治人, 山下文治, 深谷 茂, 武井経憲, 塩野 潔, 森本哲郎, 福林 徹, 田中寿一, 宮川俊平, 森川嗣夫, 関 純, 野村公寿, 小林正之, 勝又伴栄, 村上恒二 (1993): サッカー選手の身体的プロフィールとスポーツ外傷・障害 (2) 日本代表女子チームの選手について, *臨床スポーツ医学*, **10**(12), 1439-1443.
- 8) 久野譜也, 秋間 広, 秋貞雅祥, 勝田 茂, 西島尚彦, 山中邦夫, 新津 守, 阿部 泉 (1991): サッカー・ワールドカップ予選前後における日本代表選手の筋エネルギー代謝, 筋断面積および脚筋力の変化—<sup>31</sup>P NMR, MRI による検討—, *Jpn. J. Sports Sci.*, **9**, 310-314.
- 9) 久野譜也, 秋間 広 (1993): NMR による一流サッカー選手の筋のコンディショニング評価, *臨床スポーツ医学*, **10**(12), 1466-1472.
- 10) Ikai, M. and T. Fukunaga (1968): Calculation of muscle strength per unit cross-section area of human muscle by means of ultrasonic measurement, *Int. Z. Angew. Physiol. Einschl. Arbeitsphysiol.*, **26**, 26-32.
- 11) Komi, P. V., H. T. Vitasalo, M. Havu, A. Thorstensson, B. Sjodin and J. Karlsson (1977): Skeletal muscle fibres and muscle enzyme activities in monozygous and dizygous twins of both sexes, *Acta. Physiol. Scand.*, **100**, 385-392.
- 12) Kuhn, S. and A. Gallagher (1991): Comparison of peak torque and hamstring/quadriceps fem-

- oris ratios during high-velocity isokinetic exercise in sprinters, cross-country runners, and normal males, *Isokinetics and Exercise Science*, **3**(1), 138-145.
- 13) Macdougall, J. D., G. R. Ward, D. G. Sale and J. R. Sutton (1977): Biochemical adaptation of human skeletal muscle to heavy resistance training and immobilization, *J. Appl. Physiol. Respirat. Environ. Exercise Physiol.*, **43**(4), 700-703.
  - 14) Pamela, S. H. and M. A. Roofer (1991): Velocity spectrum study of knee flexion and extension in normal adults: 60 to 500 deg/sec, *Isokinetic and Exercise Science*, **1**(3), 131-137.
  - 15) Saltin, B., J. Henriksson, E. Nygaard and P. Andersen (1977): Fiber types and metabolic potentials of skeletal muscles in sedentary man and endurance runners, *Ann. New York Acad. Sci.*, **301**, 3-29.
  - 16) Togari, H., J. Oohashi and T. Ohgushi (1988): *Isokinetic muscle strength of soccer players, Science and Football*, London-New York: E & FN Spon., 181-185.
  - 17) 東京都立大学体育学研究室編 (1989): 日本人の体力標準値第4版, 不昧堂.
  - 18) Thorstensson, A. (1976): Muscle strength, fibre types and enzyme activities in man, *Acta Physiol. Scand. Supplementum*, 443.
  - 19) Wagner, L. L., T. J. Housh, J. P. Weir and G. O. Johnson (1992): Gender differences in the isokinetic torque-velocity relationship, *Isokinetics and Science*, **2**(3), 110-115.
  - 20) Wyatt, M. P. and A. M. Edwards (1981): Comparison of quadriceps and hamstring torque values during isokinetic exercise, *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, **3**, 48-56.